

Spis treści

1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ.....	2
2. WYMIAROWANIE ELEMENTÓW DACHU.....	3
2.1. Pokrycie – blacha trapezowa.....	3
2.2. Płatwie dachowe.....	3
2.3. Wymiarowanie dźwigarów o rozpiętości 30m.....	6
2.4. Wymiarowanie dźwigarów o rozpiętości 18m.....	10
2.5. Stężenia.....	12
3. WYMIAROWANIE KONSTRUKCJI ŻELBETOWEJ.....	13
3.1. Słupy żelbetowe basenu.....	13
3.2. Słupy żelbetowe budynku.....	14
3.3. Podciąg żelbetowy w osi 6 i 10 nad oknami parteru.....	15
3.4. Podciąg żelbetowy stropu I piętra - bar.....	16
3.5. Strop żelbetowy w osiach 9-14/K-N.....	18
3.6. Strop żelbetowy w osiach 6-10/D-J nad parterem - nieużytkowy.....	18
3.7. Strop żelbetowy w osiach 6-10/D-J nad piwnicą.....	18
3.8. Strop żelbetowy w osiach 6-10/A-E nad piwnicą.....	19
3.9. Strop żelbetowy w osiach 6-10/A-E nad parterem - nieużytkowy.....	19
3.10. Strop żelbetowy w osiach 1-9/J-O.....	19
3.11. Strop żelbetowy w osiach 9-14/J-O.....	20
3.12. Ściana basenu.....	20
3.13. Strop trybun.....	21
3.14. Ściana piwnicy zewnętrzna.....	23
3.15. Ściana piwnicy wewnętrzna.....	23
3.16. Trzpień w ścianie piwnicy na działanie parcia gruntu.....	23
4. Fundamenty.....	23
4.1. Stopa fundamentowa F-1.....	23
4.2. Stopa fundamentowa F-2.....	24
4.3. Stopa fundamentowa F-3.....	24
4.4. Stopa fundamentowa F-4.....	25
4.5. Stopa fundamentowa F-5.....	25
4.6. Stopa fundamentowa F-6.....	26
4.7. Ława fundamentowa L-6.....	26
4.8. Ława fundamentowa L-1.....	27
4.9. Mur oporowy Mo-1.....	27

1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Obciążenia stałe:

Obciążenia stałe dachu:

$\alpha=30^\circ$

	g_k [kN/m ²]	γ_f	g_o [kN/m ²]
* dachówka	0,90	1,20	1,08
* łąty (6.0kN/m ³), 60x40mm co 280	0,05	1,20	0,06
* wełna mineralna 23cm	0,46	1,20	0,55
* folia PE:	0,10	1,20	0,12
* blacha trapezowa	0,15	1,20	0,18
Σ :	1,66 kN/m ²		Σ : 1,99 kN/m ²

Strop w części suchej

	g_k [kN/m ²]	γ_f	g_o [kN/m ²]
* płytki gres 2cm	0,44	1,30	0,57
* wylewka cem. (21kN/m ³), 4cm	0,84	1,30	1,09
* obciążenie sufitem podwieszonym lub tynk cem.-wap. (19kN/m ³), 1.5cm:	0,29	1,30	0,37
Σ :	1,57 kN/m ²		Σ : 2,03 kN/m ²

Strop w części basenowej

	g_k [kN/m ²]	γ_f	g_o [kN/m ²]
* płytki gres 2cm	0,44	1,30	0,57
* wylewka cem. (21kN/m ³), 7cm	1,47	1,30	1,91
* styropian 4cm	0,00	1,30	0,00
* obciążenie sufitem podwieszonym lub tynk cem.-wap. (19kN/m ³), 1.5cm:	0,29	1,30	0,37
Σ :	2,20 kN/m ²		Σ : 2,86 kN/m ²

Obciążenie ścianami:

	g_k [kN/m ²]	γ_f	g_o [kN/m ²]
* ścianki działowe	0,75	1,30	0,98
* ściana wewnętrzna	3,00	1,30	3,90
* ściana zewnętrzna	3,50	1,30	4,55

Obciążenia zmienne:

Obciążenia użytkowe:

	g_k [kN/m ²]	γ_f	g_o [kN/m ²]
* obciążenie użytkowe stropów kondygnacji	3,00	1,30	3,90
* obciążenie użytkowe klatek schodowych	3,00	1,30	3,90

Obciążenie śniegiem:

$\alpha=3028^\circ$

I strefa

	S_k [kN/m ²]	γ_f	S_o [kN/m ²]
$Q_k =$ 0,70 [kN/m ²]			
$C =$ 1,14	0,80	1,40	1,12
$C =$ 0,80 ;	0,56	1,40	0,78

Obciążenie wiatrem: $\alpha=30^\circ$

I strefa

$$q_k = 0,25 \text{ [kN/m}^2\text{];}$$

$$C_e = 1,00;$$

$$\beta = 1,80;$$

* obciążenie dachu:

		$w_k \text{ [kN/m}^2\text{]}$	γ_f	$w_o \text{ [kN/m}^2\text{]}$
$C_z =$	-0,54 ; ssanie (zawietrzna)	-0,24	1,30	-0,32
$C_z =$	0,22 ; parcie	0,10	1,30	0,13

Uwaga:

Obciążenia elementów konstrukcyjnych ciężarem własnym uwzględniono podczas obliczeń statycznych (program automatycznie generuje ciężar własny).

2. WYMIAROWANIE ELEMENTÓW DACHU

2.1. Pokrycie – blacha trapezowa

Schemat statyczny

Liczba przęseł	3 (max 7)
Rozpiętość przęsła l	3 m
Szer. podpór skrajn.	60 = bA mm
Szer.podp.pośred.	160 Stosuję bB max = 120
Ugięcie $f=l/$	200 = 1,50 cm

Rozpiętość oblicz. dla przęsła skrajnego 2,97 m

Obciążenia charakterystyczne		$\gamma M = 1,10$
		wsp.obc.oblicz.
Obciąż. trwałe	1,66 kN/m ²	$\gamma F = 1,10$
Obciąż. śniegiem	0,80 kN/m ²	$\gamma F = 1,40$
Obciąż. użytkowe	0,30 kN/m ²	$\gamma F = 1,10$
Inne obciąż.zmienne	0,00 kN/m ²	$\gamma F = 1,10$
q =	2,76 kN/m ²	qd = 3,28

PROFIL

TR 60 / 235 t = 1,00 mm

NIE

Komentarz:

Błąd:502
STOPIEŃ WYKORZYSTANIA
Nośności 63 %
Ugięcia 71 %

Charakterystyczne dane przekroju				Rozpiętości graniczne	
Nomin. gr.blachy tN [mm]	Ciężar własny g [kN/m ²]	Momenty bezwładn.		Lgr [m]	
		leff+	leff-	Przęsło pojedyncze	Przęsło wielokrotne
1,00	0,10	65,23	66,63	3,3	4,1

2.2. Płatwie dachowe

Parametry drewna:

Drewno := "GL30"

$f_{m,k} = 0 \text{ MPa}$	$f_{m,k} := 30 \cdot \text{MPa}$
$f_{t,0,k} = 0 \text{ MPa}$	$f_{t,0,k} := 18 \cdot \text{MPa}$
$f_{t,90,k} = 0 \text{ MPa}$	$f_{t,90,k} := 0,4 \cdot \text{MPa}$
$f_{c,0,k} = 0 \text{ MPa}$	$f_{c,0,k} := 23 \cdot \text{MPa}$
$f_{c,90,k} = 0 \text{ MPa}$	$f_{c,90,k} := 5,7 \cdot \text{MPa}$
$f_{v,k} = 0 \text{ MPa}$	$f_{v,k} := 3,0 \cdot \text{MPa}$
$E_{0,mean} = 0 \text{ GPa}$	$E_{0,mean} := 12 \cdot \text{GPa}$
$E_{0,05} = 0 \text{ GPa}$	$E_{0,05} := 8 \cdot \text{GPa}$
$E_{90,mean} = 0 \text{ GPa}$	$E_{90,mean} := 0,4 \cdot \text{GPa}$
$G_{mean} = 0 \text{ GPa}$	$G_{mean} := 0,75 \cdot \text{GPa}$

- wytrzymałosc charakterystyczna na zginanie
- wytrzymałosc charakterystyczna na rozciąganie wzdłuż włókien
- wytrzymałosc charakterystyczna na rozciąganie prostopadłe do włókien
- wytrzymałosc charakterystyczna na sciskanie wzdłuż włókien
- wytrzymałosc charakterystyczna na sciskanie w poprzek włókien
- wytrzymałosc charakterystyczna na scinanie
- wartosc srednia modulu sprężystosci wzdłuż włókien
- 5% kwantyl modulu sprężystosci wzdłuż włókien
- wartosc srednia modulu sprężystosci w poprzek włókien
- wartosc srednia modu³u sprężystosci w poprzek włókien

$\gamma_M := 1.3$ -drewno i materiały drewnopochodne (tab.3.2.2, str. 22) dla **SGN**

$k_{mod} := 0.7$ -drewno lite, klejone warstwowo i sklejka (tab.3.2.5, str.24)

$$f_{c.0.d} := \frac{k_{mod} \cdot f_{c.0.k}}{\gamma_M} \quad f_{c.0.d} = 12.38 \text{ MPa} \quad \text{-wytrzymałość obliczeniowa na sciskanie}$$

$$f_{m.d} := \frac{k_{mod} \cdot f_{m.k}}{\gamma_M} \quad f_{m.d} = 16.15 \text{ MPa} \quad \text{-wytrzymałość obliczeniowa na zginanie}$$

$$f_{m.y.d} := f_{m.d}$$

$$f_{m.z.d} := f_{m.y.d}$$

Obciążenia: $\alpha := 30\text{-deg}$

obciążenie ciężarem pokrycia

$$g_1 := 1.41 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \gamma_1 := 1.20$$

$$g_{1.pr} := g_1 \cdot \cos(\alpha) \quad g_{1.pr} = 1.221 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad g_{1.pr.o} := g_{1.pr} \cdot \gamma_1 \quad g_{1.pr.o} = 1.465 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_{1.row} := g_1 \cdot \sin(\alpha) \quad g_{1.row} = 0.705 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad g_{1.row.o} := g_{1.row} \cdot \gamma_1 \quad g_{1.row.o} = 0.846 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

obciążenie śniegiem

$$g_2 := 0.81 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \gamma_2 := 1.40$$

$$g_{2.pr} := g_2 \cdot (\cos(\alpha))^2 \quad g_{2.pr} = 0.607 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad g_{2.pr.o} := g_{2.pr} \cdot \gamma_2 \quad g_{2.pr.o} = 0.85 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_{2.row} := g_2 \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha) \quad g_{2.row} = 0.351 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad g_{2.row.o} := g_{2.row} \cdot \gamma_2 \quad g_{2.row.o} = 0.491 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

obciążenie wiatrem

$$g_3 := 0.12 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \gamma_3 := 1.30$$

$$g_{3.pr} := g_3 \quad g_{3.pr} = 0.12 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad g_{3.pr.o} := g_{3.pr} \cdot \gamma_3 \quad g_{3.pr.o} = 0.168 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

obciążenie całkowite na jednostkę powierzchni

$$g_{pr.r} := g_{1.pr} + g_{2.pr} + g_{3.pr} \quad g_{pr.r} = 1.949 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad g_{pr.r.o} := g_{1.pr.o} + g_{2.pr.o} + g_{3.pr.o} \quad g_{pr.r.o} = 2.484 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_{row.r} := g_{1.row} + g_{2.row} \quad g_{row.r} = 1.056 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad g_{row.r.o} := g_{1.row.o} + g_{2.row.o} \quad g_{row.r.o} = 1.337 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

rozstaw płatwi $l_{p1} := 3.0\text{-m}$

obciążenie działające na platew

$$g_{pr} := g_{pr.r} \cdot l_{pl} \quad g_{pr} = 5.846 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_{pr.o} := g_{pr.r.o} \cdot l_{pl} \quad g_{pr.o} = 7.451 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{row} := g_{row.r} \cdot l_{pl} \quad g_{row} = 3.167 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_{row.o} := g_{row.r.o} \cdot l_{pl} \quad g_{row.o} = 4.011 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Przekroj elementu:

$$b := 240 \cdot \text{mm} \quad h := 340 \cdot \text{mm} \quad l_y := 6 \cdot \text{m} \quad l_z := 6 \cdot \text{m}$$

$$M_y := \frac{g_{pr.o} \cdot l_y^2}{8} \quad M_y = 33.532 \text{ kNm}$$

$$M_z := \frac{g_{row.o} \cdot l_z^2}{8} \quad M_z = 18.05 \text{ kNm}$$

$$N := 120 \cdot \text{kN}$$

Obliczenia:

$$A := b \cdot h \quad J_y := \frac{b \cdot h^3}{12} \quad J_z := \frac{h \cdot b^3}{12} \quad W_y := \frac{b \cdot h^2}{6} \quad W_z := \frac{h \cdot b^2}{6}$$

$$i_y := \sqrt{\frac{J_y}{A}} \quad i_z := \sqrt{\frac{J_z}{A}}$$

$$\mu_y := 1.0 \quad \mu_z := 1.0 \quad - \text{przyjęto}$$

$$l_{c,y} := \mu_y \cdot l_y \quad l_{c,y} = 6 \text{ m}$$

$$l_{c,z} := \mu_z \cdot l_z \quad l_{c,z} = 6 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{l_{c,y}}{i_y} \quad \lambda_y = 61.13$$

$$\lambda_z := \frac{l_{c,z}}{i_z} \quad \lambda_z = 86.6$$

$$\sigma_{c.crit.y} := \frac{\pi^2 \cdot E_{0.05}}{\lambda_y^2} \quad \sigma_{c.crit.y} = 21.13 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c.crit.z} := \frac{\pi^2 \cdot E_{0.05}}{\lambda_z^2} \quad \sigma_{c.crit.z} = 10.53 \text{ MPa}$$

$$\beta_c := 0.1 \quad - \text{dla drewna klejonego}$$

$$\lambda_{rel.y} := \sqrt{\frac{f_{c.0.k}}{\sigma_{c.crit.y}}} \quad \lambda_{rel.y} = 1.043$$

$$\lambda_{rel.z} := \sqrt{\frac{f_{c.0.k}}{\sigma_{c.crit.z}}} \quad \lambda_{rel.z} = 1.478$$

$$k_y := 0.5 \cdot \left[1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel.y} - 0.5) + \lambda_{rel.y}^2 \right] \quad k_y = 1.1$$

$$k_z := 0.5 \cdot \left[1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel.z} - 0.5) + \lambda_{rel.z}^2 \right] \quad k_z = 1.6$$

$$k_{c,y} := \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_{c,y} = 0.76$$

$$k_{c,y} := \min(k_{c,y}, 1) \quad k_{c,y} = 0.76$$

$$k_{c,z} := \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} \quad k_{c,z} = 0.425$$

$$k_{c,z} := \min(k_{c,z}, 1) \quad k_{c,z} = 0.425$$

$$A_d := A \quad \text{- lub wg normy strona 26}$$

$$k_c := \min(k_{c,y}, k_{c,z}) \quad k_c = 0.425$$

$$\sigma_{c.0.d} := \frac{N}{k_c \cdot A_d} \quad \sigma_{c.0.d} = 3.46 \text{ MPa}$$

$$k_m := 0.7 \quad \text{- dla przekroju prostokątnego}$$

$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_y}{W_y} \quad \sigma_{m.y.d} = 7.25 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m.z.d} := \frac{M_z}{W_z} \quad \sigma_{m.z.d} = 5.53 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c.0.d}}{f_{c.0.d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.y.d}} + k_m \frac{\sigma_{m.z.d}}{f_{m.z.d}} = 0.767 < 1$$

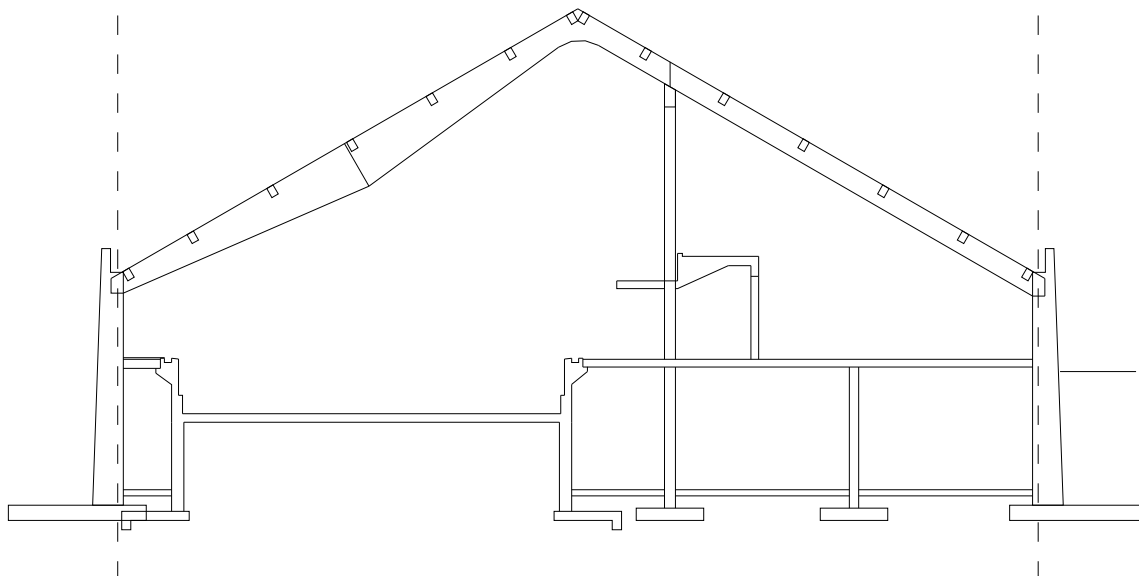
$$\left(\frac{\sigma_{c.0.d}}{f_{c.0.d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.y.d}} + \frac{\sigma_{m.z.d}}{f_{m.z.d}} = 0.735 < 1$$

2.3. Wymiarowanie dźwigarów o rozpiętości 30m

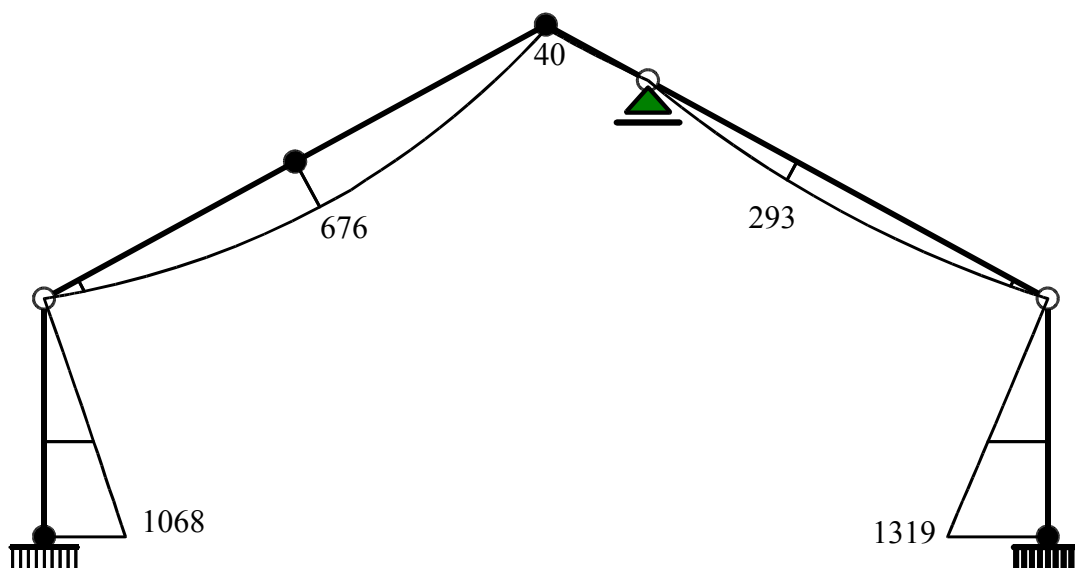
Obciążenia

Przypadek	Nazwa przypadku	Typ obciążenia	Lista	Wartość obciążenia
1	STA1	ciężar własny	1do4 6do8	PZ Minus
2	STA2	obciąż. jednorodne	2 6do8	PZ=-9,96(kN/m)
3	SN1	obciąż. jednorodne	6 7	PZ=-4,85(kN/m) rzutowane
3	SN1	obciąż. jednorodne	2 8	PZ=-3,22(kN/m) rzutowane
4	WIATR1	obciąż. jednorodne	6 7	PZ=-0,96(kN/m) lokalny
4	WIATR1	obciąż. jednorodne	2 8	PZ=1,38(kN/m) lokalny
4	WIATR1	obciążenie trapezowe	1	PX2=1,92(kN/m) PX1=1,92(kN/m) X2=7,50 (m) X1=3,00(m) globalny nierzutowane absolutne
4	WIATR1	obciążenie trapezowe	4	PX2=1,04(kN/m) PX1=1,04(kN/m) X2=4,50 (m) X1=0,0(m) globalny nierzutowane absolutne

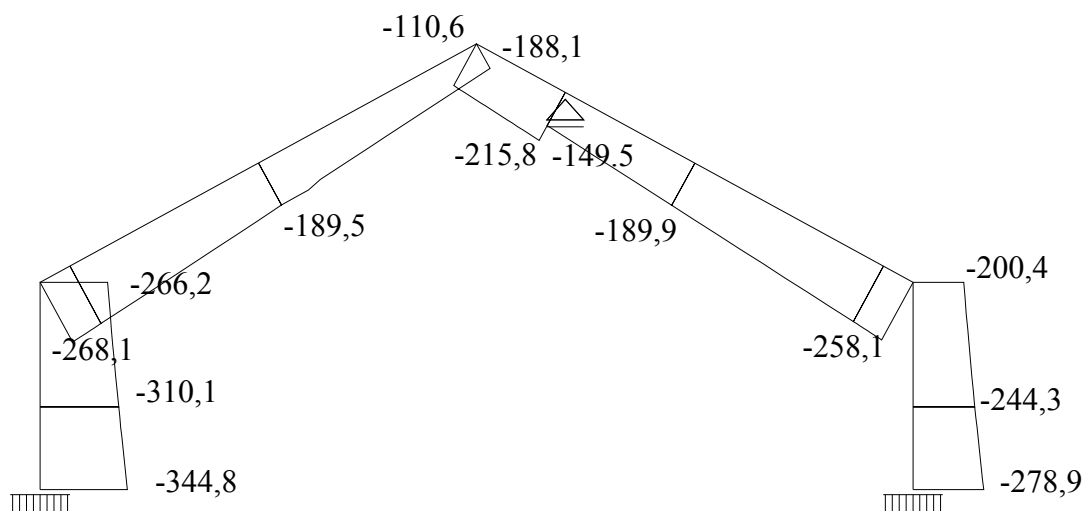
Geometria układu



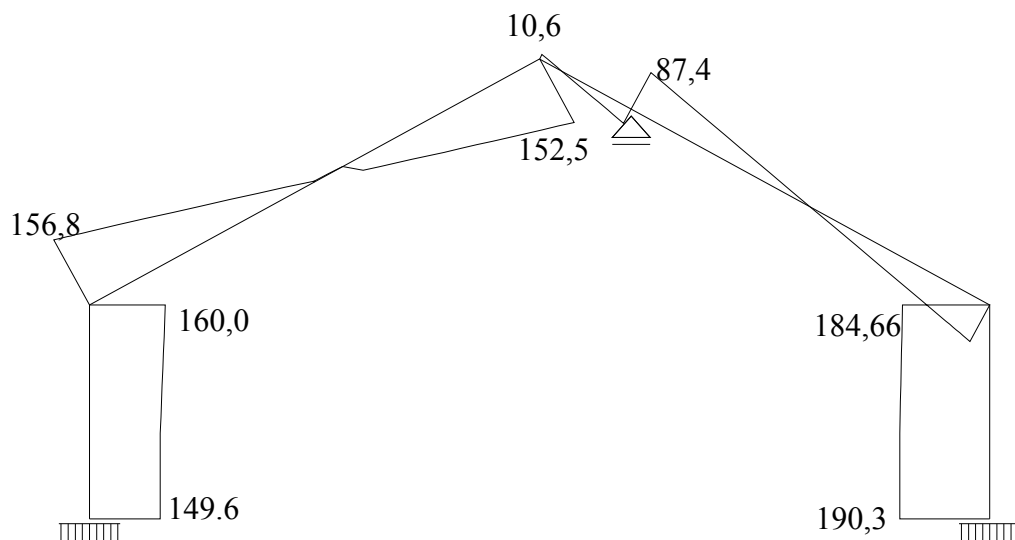
Momenty zginające



Siła osiowa



Siła tnąca



$l_d := 32 \cdot \text{m}$ długość obliczeniowa dźwigara

$l_c := 3 \cdot \text{m}$ odległości pomiędzy przytrzymaniami

Parametry drewna klejonego

dla GL 30 $\beta_c := 0.1$

$f_{m,k} := 30 \cdot \text{MPa}$ $f_{t,90,k} := 0.4 \cdot \text{MPa}$ $f_{c,90,k} := 5.7 \cdot \text{MPa}$ $f_{c,0,k} := 23 \cdot \text{MPa}$

$G_{\text{mean}} := 0.75 \cdot \text{GPa}$ $E_{0.05} := 8 \cdot \text{GPa}$

$E_{0,\text{mean}} := 12 \cdot \text{GPa}$ $E_k := 8 \cdot \text{GPa}$

$f_{v,g,k} := 3.0 \cdot \text{MPa}$

Dane przekroju

$b := 24 \cdot \text{cm}$ $h := 160 \cdot \text{cm}$ $h_{ap} := 70 \cdot \text{cm}$

$r_{in} := 50 \cdot \text{cm}$ $t := 2 \cdot \text{cm}$ $r := 75 \cdot \text{cm}$

wytrzymałość obliczeniowa na zginanie

$\frac{r_{in}}{t} = 25$ $k_r := 0.76 + 0.001 \cdot \frac{r_{in}}{t}$ $k_r = 0.79$

$k_h := \min \left[\left(\frac{60 \cdot \text{cm}}{h} \right)^{0.2}, 1.15 \right]$ $k_h = 0.82$ $k_h := 1$

$f_{m,d} := k_h \cdot \frac{0.8 \cdot f_{m,k}}{1.3}$ $f_{m,d} = 18.46 \text{ MPa}$

zginanie z siła sciskająca

$$k_m := 0.7 \quad h := 160 \cdot \text{cm}$$

$$M_d := 673 \cdot \text{kNm} \quad F_d := 189 \cdot \text{kN}$$

$$\sigma_{m.d} := \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h^2} \quad \sigma_{m.d} = 6.57 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c.0.d} := \frac{F_d}{b \cdot h} \quad \sigma_{c.0.d} = 0.49 \text{ MPa}$$

$$f_{c.0.d} := k_h \cdot \frac{0.8 \cdot 23 \cdot \text{MPa}}{1.3} \quad f_{c.0.d} = 14.15 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel.m} := \sqrt{\frac{I_d \cdot h \cdot f_{m.d}}{\pi \cdot b^2 \cdot E_k}} \cdot \sqrt{\frac{E_{0.mean}}{G_{mean}}} \quad \lambda_{rel.m} = 1.62$$

$$k_{crit} := \frac{1}{\lambda_{rel.m}^2} \quad k_{crit} = 0.38$$

$$\left(\frac{\sigma_{c.0.d}}{f_{c.0.d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m.d}}{k_{crit} \cdot f_{m.d}} = 0.65$$

$$I_y := \frac{h \cdot b^3}{12} \quad A := b \cdot h$$

$$i_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}} \quad i_y = 6.93 \text{ cm}$$

$$\lambda_y := \frac{l_c}{i_y} \quad \lambda_y = 43.3$$

$$\sigma_{c.crit.y} := \pi^2 \cdot \frac{E_{0.05}}{\lambda_y^2} \quad \sigma_{c.crit.y} = 42.11 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel.y} := \sqrt{\frac{f_{c.0.k}}{\sigma_{c.crit.y}}} \quad \lambda_{rel.y} = 0.74$$

$$k_y := 0.5 \cdot \left[1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel.y} - 0.5) + \lambda_{rel.y}^2 \right] \quad k_y = 0.79$$

$$k_c := \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel.y}^2}} \quad k_c = 0.95$$

$$\frac{\sigma_{c.0.d}}{k_c \cdot f_{c.0.d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m.d}}{k_{crit} \cdot f_{m.d}} = 0.687$$

napreżenia scinające na podporze

$$k_v := 1 \quad h_p := 60 \cdot \text{cm} \quad b = 0.24 \text{ m}$$

$$R_b := 156 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{1.d} := 1.5 \cdot \frac{R_b}{b \cdot h_p} \quad \tau_{1.d} = 1.63 \text{ MPa}$$

$$J_p := \frac{b \cdot h_p^3}{12} \quad J_p = 4.32 \times 10^5 \text{ cm}^4$$

$$S_p := \frac{b \cdot h_p^2}{8} \quad S_p = 1.08 \times 10^4 \text{ cm}^3$$

$$\tau_{2.d} := \frac{R_b \cdot S_p}{J_p \cdot b} \quad \tau_{2.d} = 1.63 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_h \cdot \frac{0.8 \cdot f_{v.g.k}}{1.3} \quad f_{v.d} = 1.85 \text{ MPa}$$

$$k_v \cdot f_{v.d} = 1.85 \text{ MPa}$$

dlugosc oparcia na podporze

$$\text{przyjęto oparcie dlugosci} \quad a_p := 400 \cdot \text{mm}$$

$$k_{c.90} := 1 \quad R_b := 266 \cdot \text{kN}$$

$$\sigma_{c.90.d} := \frac{R_b}{a_p \cdot b} \quad \sigma_{c.90.d} = 2.77 \text{ MPa}$$

$$f_{c.90.d} = 3.51 \text{ MPa}$$

2.4. Wymiarowanie dźwigarów o rozpiętości 18m

Dane przekroju

$$b := 22 \cdot \text{cm} \quad h := 90 \cdot \text{cm} \quad h_{ap} := 90 \cdot \text{cm}$$

$$r_{in} := 50 \cdot \text{cm} \quad t := 2 \cdot \text{cm} \quad r := 75 \cdot \text{cm}$$

wytrzyma³osc obliczeniowa na zginanie

$$\frac{r_{in}}{t} = 25 \quad k_r := 0.76 + 0.001 \cdot \frac{r_{in}}{t} \quad k_r = 0.79 \quad h = 0.9 \text{ m}$$

$$k_h := \min \left[\left(\frac{60 \cdot \text{cm}}{h} \right)^{0.2}, 1.15 \right] \quad k_h = 0.92 \quad k_h := 1$$

$$f_{m.d} := k_h \cdot \frac{0.8 \cdot f_{m.k}}{1.3} \quad f_{m.d} = 18.46 \text{ MPa}$$

zginanie z siłami naciskającymi

$$k_m := 0.7 \quad h := 90 \text{ cm}$$

$$M_d := 243 \cdot \text{kNm} \quad F_d := 168 \cdot \text{kN}$$

$$\sigma_{m,d} := \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h^2} \quad \sigma_{m,d} = 8.18 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} := \frac{F_d}{b \cdot h} \quad \sigma_{c,0,d} = 0.85 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} := k_h \cdot \frac{0.8 \cdot 23 \cdot \text{MPa}}{1.3} \quad f_{c,0,d} = 14.15 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,m} := \sqrt{\frac{I_d \cdot h \cdot f_{m,d}}{\pi \cdot b^2 \cdot E_k}} \cdot \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} \quad \lambda_{rel,m} = 0.99$$

$$k_{crit} := \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} \quad k_{crit} = 1.02$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} = 0.31$$

$$I_y := \frac{h \cdot b^3}{12} \quad A := b \cdot h$$

$$i_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}} \quad i_y = 6.35 \text{ cm}$$

$$\lambda_y := \frac{l_c}{i_y} \quad \lambda_y = 47.24$$

$$\sigma_{c,crit,y} := \pi^2 \cdot \frac{E_{0.05}}{\lambda_y^2} \quad \sigma_{c,crit,y} = 35.38 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} := \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} \quad \lambda_{rel,y} = 0.81$$

$$k_y := 0.5 \cdot \left[1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0.5) + \lambda_{rel,y}^2 \right] \quad k_y = 0.84$$

$$k_c := \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_c = 0.93$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} = 0.37$$

napreżenia scinajace na podporze

$$k_v := 1 \quad h_p := 50 \cdot \text{cm} \quad b = 0.22 \text{ m} \quad R_b := 90 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{1.d} := 1.5 \cdot \frac{R_b}{b \cdot h_p} \quad \tau_{1.d} = 1.23 \text{ MPa}$$

$$J_p := \frac{b \cdot h_p^3}{12} \quad J_p = 2.29 \times 10^5 \text{ cm}^4$$

$$S_p := \frac{b \cdot h_p^2}{8} \quad S_p = 6.87 \times 10^3 \text{ cm}^3$$

$$\tau_{2.d} := \frac{R_b \cdot S_p}{J_p \cdot b} \quad \tau_{2.d} = 1.23 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_h \cdot \frac{0.8 \cdot f_{v.g.k}}{1.3} \quad f_{v.d} = 1.85 \text{ MPa}$$

$$k_v \cdot f_{v.d} = 1.85 \text{ MPa}$$

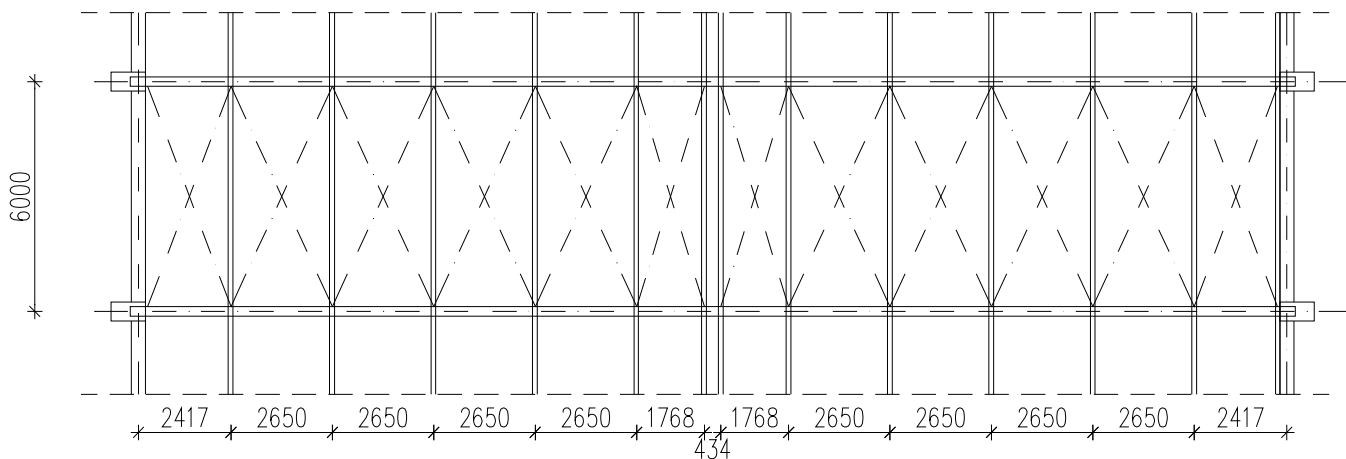
dlugosc oparcia na podporze

przyjęto oparcie dlugosci $a_p := 275 \cdot \text{mm}$

$$k_{c.90} := 1 \quad R_b := 195 \cdot \text{kN}$$

$$\sigma_{c.90.d} := \frac{R_b}{a_p \cdot b} \quad \sigma_{c.90.d} = 3.22 \text{ MPa}$$

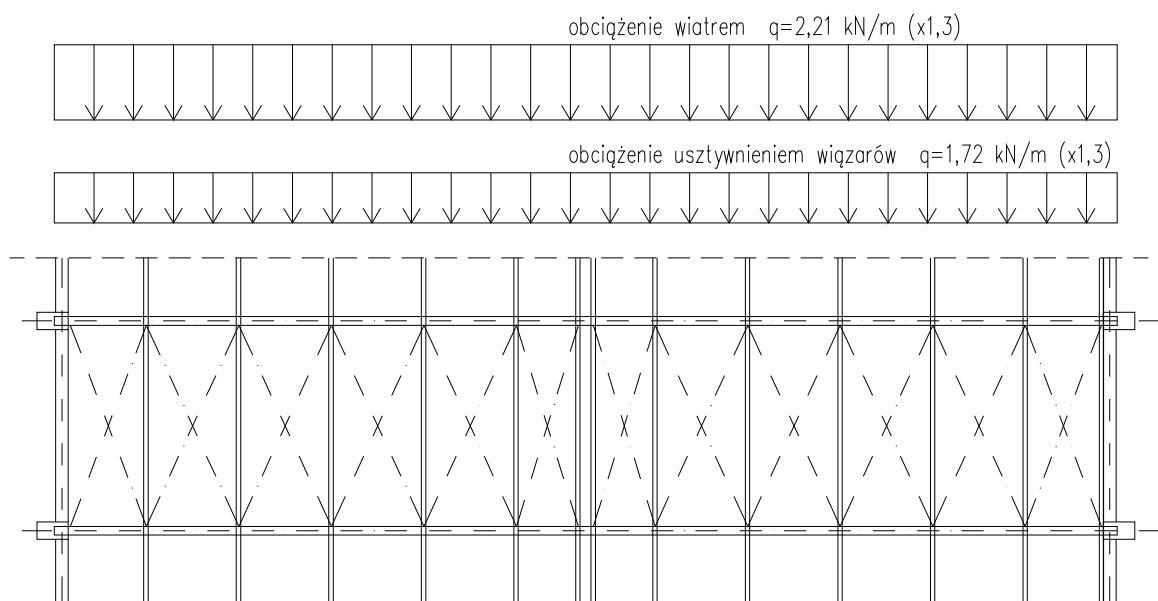
2.5. Stężenia



Pas stężeń – dźwigary z drewna klejonego

Słupki kratownicy – płatownie z drewna klejonego

Krzyżulce – pręty stalowe $\phi 24$ ze stali 18G2.



Wymiarowanie krzyżulca - ciągła

Przekrój: $\phi 24$

Materiał: **18G2,18G2A**. Wytrzymałość **$f_d=305$ MPa** dla **$g=12,0$** .

Siły przekrojowe:

$$N = 74,4 \text{ kN},$$

Siała osiowa:

$$N = 74,4 \text{ kN}.$$

Pole powierzchni przekroju: $A = 4,52 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 4,52 \times 305 \times 10^{-1} = 138,0 \text{ kN}$.

Warunek nośności (31):

$$N = 74,4 < 138,0 = N_{Rt}$$

3. WYMIAROWANIE KONSTRUKCJI ŻELBETOWEJ

3.1. Słupy żelbetowe basenu

Wymiarowanie słupa żelbetowego:

Cechy przekroju:

Wymiary przekroju [cm]:

$$h=70,0, \quad b=50,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B30

$$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 25,0 / 1,50 = 16,7 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 3500 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 1429167 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 729167 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (20G2VY-b)

$$f_{yk} = 490 \text{ MPa}, \quad \gamma_s = 1,15, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 78,54 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 78,54 / 3500 = 2,24 \%,$$

$$J_{sx} = 76699 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 15200 \text{ cm}^4,$$

Nośność przekroju prostopadłego:

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -278,9 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-1363,3^2 + 0,0^2)} = 1363,3 \text{ kNm}$$

$$\alpha f_{cd} = 0,85 \times 16,7 = 14,2 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 39,27 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 39,27 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 78,54 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 78,54 / 5000 = 1,57 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 100,0, \quad d = 96,2, \quad x = 34,1 \quad (\xi = 0,355),$$

$$a_1 = 3,7, \quad a_2 = 3,7, \quad a_c = 11,9, \quad z_c = 84,3, \quad A_{cc} = 1707 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -1,00 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s2} = -0,89 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1} = 1,81 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm] (ζ - mierzone w płaszczyźnie zginania):

$$F_c = \int \int \sigma_c dA_{cc} = -1006,1, \quad F_{s1} = \int \int \sigma_s dA_{s1} = 1423,5, \quad F_{s2} = \int \int \sigma_s dA_{s2} = -696,3,$$

$$M_c = \int \int \sigma_c \zeta dA_c = 382,9, \quad M_{s1} = \int \int \sigma_s \zeta dA_{s1} = 658,4, \quad M_{s2} = \int \int \sigma_s \zeta dA_{s2} = 322,0,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 1665,2 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 382,9 + (658,4) + (322,0) = 1363,3 \text{ kNm}$$

3.2. Słupy żelbetowe budynku

Cechy przekroju:

Wymiary przekroju [cm]:

$$d_c = 35,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B30

$$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 25,0 / 1,50 = 16,7 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 962 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 73662 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 73662 \text{ cm}^4$$

STAL: A-III (34GS)

$$f_{yk} = 410 \text{ MPa}, \quad \gamma_s = 1,15, \quad f_{yd} = 350 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 350 / 200000) = 0,667,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 39,27 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 39,27 / 962 = 4,08 \%,$$

$$J_{sx} = 3712 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 3712 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

$$\text{Momenty zginające:} \quad M_x = 0,0 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,0 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne:} \quad V_y = 0,0 \text{ kN}, \quad V_x = 0,0 \text{ kN},$$

$$\text{Siła osiowa:} \quad N = -1431,1 \text{ kN} = N_{sd},$$

Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

$$e_{ey} = M_x / N = (0,0) / (-1431,1) = 0,000 \text{ m},$$

$$M_{sdx} = \eta_k (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,147 \times (0,030 + 0,000) \times (-1431,1) = -49,3 \text{ kNm},$$

- w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:

$$e_{ex} = -M_y / N = -(0,0) / (-1431,1) = 0,000 \text{ m},$$

$$M_{Sdy} = \eta_y (e_{ax} + e_{ex}) N = -1,343 \times (0,012 + 0,000) \times (-1431,1) = 22,4 \text{ kNm.}$$

Nośność przekroju prostokątnego:

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd} = -1436,0 \text{ kN,}$$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(-49,4^2 + 22,5^2)} = 54,3 \text{ kNm}$$

$$\alpha f_{cd} = 0,85 \times 16,7 = 14,2 \text{ MPa, } f_{yd} = 350 \text{ MPa} = f_{td},$$

$$\text{Zbrojenie mniej ściskane: } A_{s1} = 19,63 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2} = 19,63 \text{ cm}^2,$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 39,27 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 39,27 / 962 = 4,08 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 35,0, d = 25,2, x = 30,9 (\xi = 1,228),$$

$$a_1 = 9,8, a_2 = 8,0, a_c = 14,5, z_c = 10,7, A_{cc} = 951 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c = -1,49 \text{ ‰, } \varepsilon_{s2} = -1,30 \text{ ‰, } \varepsilon_{s1} = -0,28 \text{ ‰,}$$

Wielkości statyczne [kN, kNm] (ζ - mierzone w płaszczyźnie zginania):

$$F_c = \iint \sigma_c dA_{cc} = -815,4, F_{s1} = \iint \sigma_s dA_{s1} = -169,6, F_{s2} = \iint \sigma_s dA_{s2} = -451,0,$$

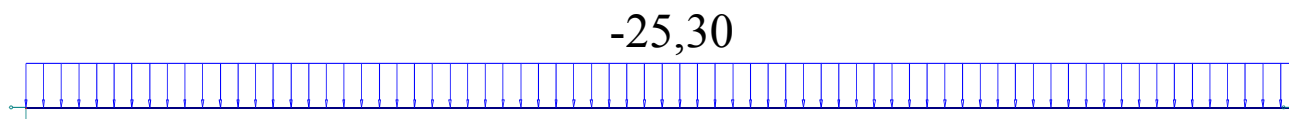
$$M_c = \iint \sigma_c \zeta dA_c = 24,7, M_{s1} = \iint \sigma_s \zeta dA_{s1} = -13,0, M_{s2} = \iint \sigma_s \zeta dA_{s2} = 42,7,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

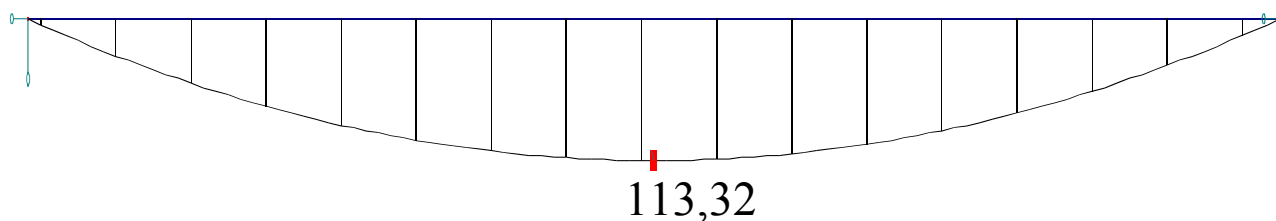
$$N_{Rd} = -1999,4 \text{ kN} > N_{Sd} = F_c + F_{s1} + F_{s2} = -815,4 + (-169,6) + (-451,0) = -1436,0 \text{ kN}$$

3.3. Podciąg żelbetowy w osi 6 i 10 nad oknami parteru

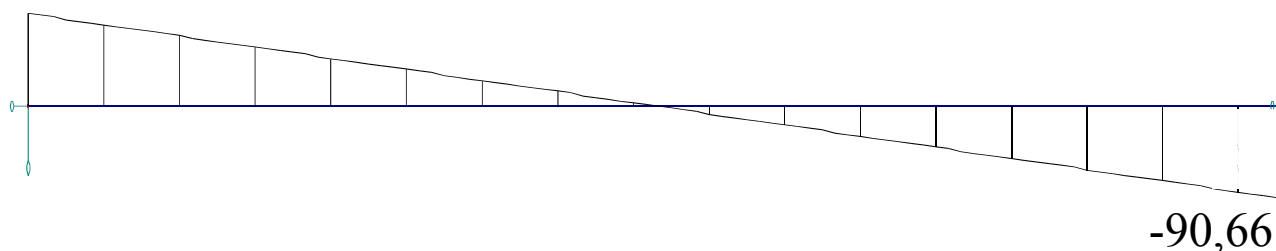
Obciążenia



Widok - MY;



Siły tnące



Cechy przekroju:

Wymiary przekroju [cm]:

$$h=50,0, \quad b=25,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B37

$$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 30,0 / 1,50 = 20,0 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 1250 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 260417 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 65104 \text{ cm}^4$$

STAL: A-III (34GS)

$$f_{yk} = 410 \text{ MPa}, \quad \gamma_s = 1,15, \quad f_{yd} = 350 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 350 / 200000) = 0,667,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 12,32 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 12,32 / 1250 = 0,99 \%,$$

$$J_{sx} = 5869 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 657 \text{ cm}^4,$$

Nośność przekroju prostokątnego:

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 0,0 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-97,3^2 + 0,0^2)} = 97,3 \text{ kNm}$$

$$\alpha f_{cd} = 0,85 \times 20,0 = 17,0 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 350 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 10,05 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 12,32 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 12,32 / 1250 = 0,99 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 50,0, \quad d = 46,7, \quad x = 16,8 \quad (\xi = 0,361),$$

$$a_1 = 3,3, \quad a_2 = 2,6, \quad a_c = 5,8, \quad z_c = 40,9, \quad A_{cc} = 421 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,66 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s2} = -0,56 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1} = 1,17 \text{ ‰},$$

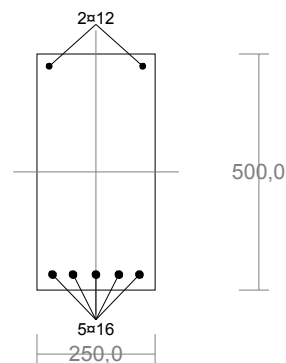
Wielkości statyczne [kN, kNm] (ζ - mierzone w płaszczyźnie zginania):

$$F_c = \iint \sigma_c dA_{cc} = -210,5, \quad F_{s1} = \iint \sigma_s dA_{s1} = 235,8, \quad F_{s2} = \iint \sigma_s dA_{s2} = -25,3,$$

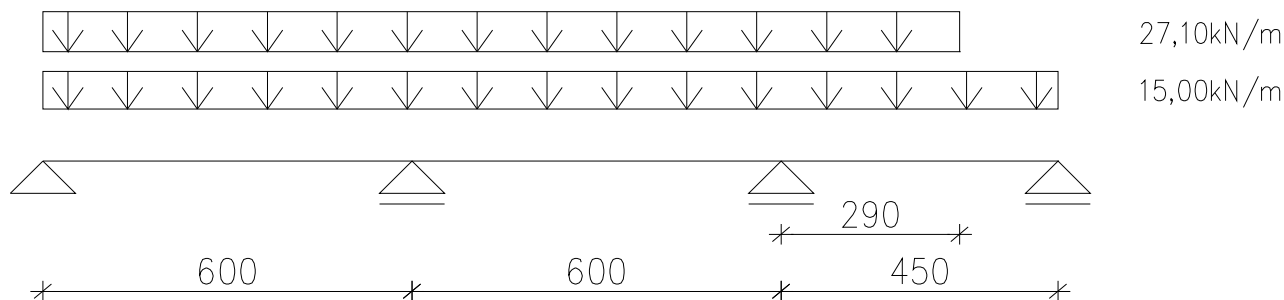
$$M_c = \iint \sigma_c \zeta dA_c = 40,4, \quad M_{s1} = \iint \sigma_s \zeta dA_{s1} = 51,2, \quad M_{s2} = \iint \sigma_s \zeta dA_{s2} = 5,7,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

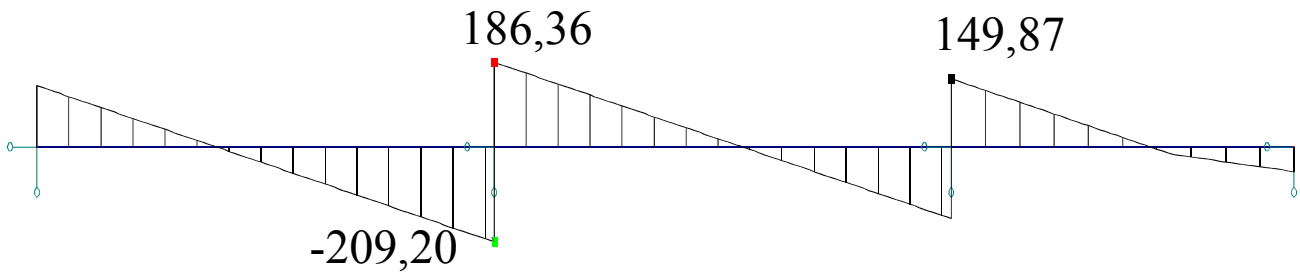
$$M_{Rd} = 152,7 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 40,4 + (51,2) + (5,7) = 97,3 \text{ kNm}$$



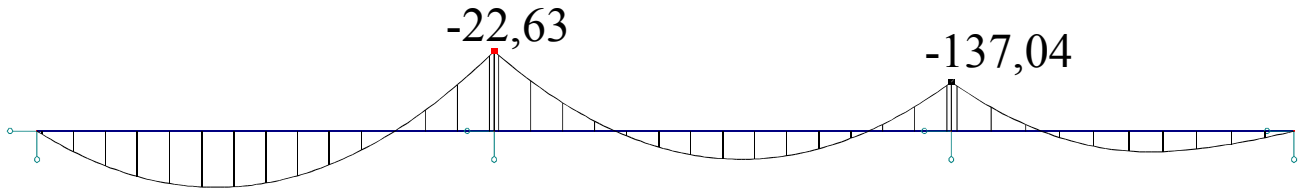
3.4. Podciąg żelbetowy stropu I piętra - bar



Widok - FZ; Przypadki: 3 (KOMB1) 1



Widok - MY; Przypadki: 3 (KOMB1) 1



Cechy przekroju:

Wymiary przekroju [cm]:

$h=90,0$, $b=24,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B37 v

$f_{ck} = 30,0$ MPa, $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30,0/1,50 = 20,0$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c = 2160$ cm², $J_{cx} = 1458000$ cm⁴, $J_{cy} = 103680$ cm⁴

STAL: A-III (34GS)

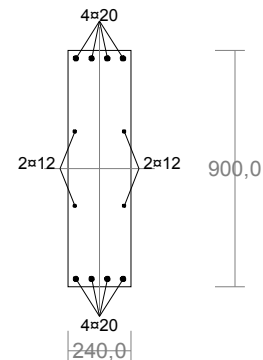
$f_{yk} = 410$ MPa, $\gamma_s = 1,15$, $f_{yd} = 350$ MPa

$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd}/E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 350/200000) = 0,667$,

Zbrojenie główne:

$A_{s1} + A_{s2} = 29,66$ cm², $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 29,66 / 2160 = 1,37$ %,

$J_{sx} = 45238$ cm⁴, $J_{sy} = 1531$ cm⁴,



Zbrojenie wymagane:

Wielkości obliczeniowe:

$N_{sd} = 0,0$ kN,

$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(219,4^2 + 0,0^2)} = 219,4$ kNm

$\alpha f_{cd} = 0,85 \times 20,0 = 17,0$ MPa, $f_{yd} = 350$ MPa $= f_{td}$,

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1} = 10,00$ ‰):

$A_{s1} = 7,53$ cm² **P** ($7 \times 12 = 7,92$ cm²),

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 7,53$ cm², $\rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 7,53 / 2160 = 0,35$ %

Wielkości geometryczne [cm]:

$h=90,0$, $d=87,4$, $x=11,4$ ($\xi=0,131$),

$a_1=2,6$, $a_c=4,1$, $z_c=83,3$, $A_{cc}=275$ cm²,

$\epsilon_c = -1,51$ ‰, $\epsilon_{s1} = 10,00$ ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm] (ζ – mierzone w płaszczyźnie zginania):

$F_c = \iint \sigma_c \cdot dA_{cc} = -263,5$, $F_{s1} = \iint \sigma_s \cdot dA_{s1} = 263,5$,

$$M_c = \iint \sigma_c \cdot \zeta \cdot dA_c = 107,7, M_{s1} = \iint \sigma_s \cdot \zeta \cdot dA_{s1} = 111,7,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -263,5 + (263,5) = -0,0 \text{ kN} (N_{sd} = 0,0 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 107,7 + (111,7) = 219,4 \text{ kNm} (M_{sd} = 219,4 \text{ kNm})$$

3.5. Strop żelbetowy w osiach 9-14/K-N

Schemat statyczny – płyta żelbetowa ciągła, krzyżowo zbrojona, oparta na podciągach, ścianach i słupach.

Przyjęto obciążenia:

- obciążenie użytkowe $3,0 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie warstwami $1,57 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie ściankami działowymi $0,75 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie instalacjami $0,30 \text{ kN/m}^2$

Przyjęto płytę żelbetową grubości 25cm.

Moment maksymalny podporowy 168kNm,

Moment maksymalny podporowy 48kNm

Maksymalne zbrojenie przęsłowe $11,1 \text{ cm}^2 / \text{m}$ czyli $\phi 16$ co 17cm

Maksymalne zbrojenie podporowe $29,6 \text{ cm}^2 / \text{m}$ czyli $\phi 20$ co 10cm

3.6. Strop żelbetowy w osiach 6-10/D-J nad parterem - nieużytkowy

Schemat statyczny – płyta żelbetowa ciągła, krzyżowo zbrojona, oparta na ścianach i słupach.

Przyjęto obciążenia:

- obciążenie użytkowe $0,5 \text{ kN/m}^2$

Przyjęto płytę żelbetową grubości 25cm.

Moment maksymalny podporowy 70kNm,

Moment maksymalny podporowy 40kNm

Maksymalne zbrojenie przęsłowe $8,58 \text{ cm}^2 / \text{m}$ czyli $\phi 14$ co 17cm

Maksymalne zbrojenie podporowe $11,04 \text{ cm}^2 / \text{m}$ czyli $\phi 14$ co 12,5cm

3.7. Strop żelbetowy w osiach 6-10/D-J nad piwnicą

Schemat statyczny – płyta żelbetowa ciągła, krzyżowo zbrojona, oparta na ścianach i słupach.

Przyjęto obciążenia:

- obciążenie użytkowe $3,0 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie warstwami $1,57 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie ściankami działowymi $0,75 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie instalacjami $0,30 \text{ kN/m}^2$

Przyjęto płytę żelbetową grubości 30cm.

Moment maksymalny podporowy 302kNm,

Moment maksymalny podporowy 93kNm

Maksymalne zbrojenie przęsłowe 17,59cm² /m czyli $\phi 20$ co 17cm

Maksymalne zbrojenie podporowe 30,96 cm² /m czyli $\phi 20$ co 10cm

3.8. Strop żelbetowy w osiach 6-10/A-E nad piwnicą

Schemat statyczny – płyta żelbetowa ciągła, krzyżowo zbrojona, oparta na ścianach i słupach.

Przyjęto obciążenia:

- obciążenie użytkowe 3,0kN/m²
- obciążenie warstwami 1,57kN/m²
- obciążenie ściankami działowymi 0,75kN/m²
- obciążenie instalacjami 0,30kN/m²

Przyjęto płytę żelbetową grubości 25cm.

Moment maksymalny podporowy 196kNm,

Moment maksymalny podporowy 64kNm

Maksymalne zbrojenie przęsłowe 9,59cm² /m czyli $\phi 14$ co 15cm

Maksymalne zbrojenie podporowe 29,67 cm² /m czyli $\phi 20$ co 10cm

3.9 Strop żelbetowy w osiach 6-10/A-E nad parterem - nieużytkowy

Schemat statyczny – płyta żelbetowa ciągła, krzyżowo zbrojona, oparta na ścianach i słupach.

Przyjęto obciążenia:

- obciążenie użytkowe 0,5kN/m²

Przyjęto płytę żelbetową grubości 25cm.

Moment maksymalny podporowy 103,4kNm,

Moment maksymalny podporowy 35kNm

Maksymalne zbrojenie przęsłowe 6,33cm² /m czyli $\phi 14$ co 20cm

Maksymalne zbrojenie podporowe 16,0 cm² /m czyli $\phi 16$ co 12,5cm

3.10. Strop żelbetowy w osiach 1-9/J-O

Schemat statyczny – płyta żelbetowa ciągła, krzyżowo zbrojona, oparta na ścianach i słupach.

Przyjęto obciążenia:

- obciążenie użytkowe 5,0kN/m²
- obciążenie warstwami 2,2kN/m²
- obciążenie ściankami działowymi 0,75kN/m²
- obciążenie instalacjami 0,30kN/m²

Przyjęto płytę żelbetową grubości 30cm.

Moment maksymalny podporowy 249kNm,

Moment maksymalny podporowy 171kNm

Maksymalne zbrojenie przęsłowe $17,59\text{cm}^2/\text{m}$ czyli $\phi 18$ co 15cm

Maksymalne zbrojenie podporowe $28,40\text{cm}^2/\text{m}$ czyli $\phi 20$ co 10cm

3.11. Strop żelbetowy w osiach 9-14/J-O

Schemat statyczny – płyta żelbetowa ciągła, krzyżowo zbrojona, oparta na ścianach i słupach.

Przyjęto obciążenia:

- obciążenie użytkowe $3,0\text{kN/m}^2$
- obciążenie warstwami $1,57\text{kN/m}^2$
- obciążenie ściankami działowymi $0,75\text{kN/m}^2$
- obciążenie instalacjami $0,30\text{kN/m}^2$

Przyjęto płytę żelbetową grubości 25cm.

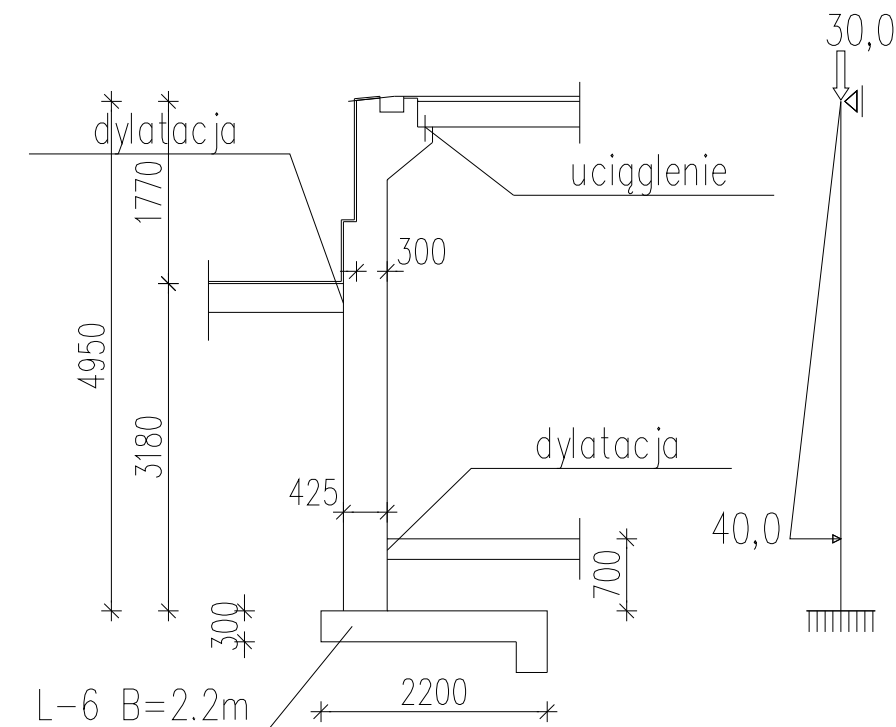
Moment maksymalny podporowy 147kNm,

Moment maksymalny podporowy 84kNm

Maksymalne zbrojenie przęsłowe $17,59\text{cm}^2/\text{m}$ czyli $\phi 18$ co 15cm

Maksymalne zbrojenie podporowe $17,97\text{cm}^2/\text{m}$ czyli $\phi 18$ co 15cm

3.12. Ściana basenu



Cechy przekroju:

Wymiary przekroju [cm]:

$$h=30,0, \quad b=100,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B30

$$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 25,0 / 1,50 = 16,7 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 3000 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 225000 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 2500000 \text{ cm}^4$$

STAL: A-III (34GS)

$$f_{yk} = 410 \text{ MPa}, \quad \gamma_s = 1,15, \quad f_{yd} = 350 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 350 / 200000) = 0,667,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 62,83 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 62,83 / 3000 = 2,09 \%,$$

$$J_{sx} = 8310 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 56546 \text{ cm}^4,$$

Nośność przekroju prostokątnego:

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -78,6 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(87,0^2 + 0,0^2)} = 87,0 \text{ kNm}$$

$$\alpha f_{cd} = 0,85 \times 16,7 = 14,2 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 350 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 31,42 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 31,42 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 62,83 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 62,83 / 3000 = 2,09 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=30,0, \quad d=26,5, \quad x=10,7 \quad (\xi=0,405),$$

$$a_1=3,5, \quad a_2=3,5, \quad a_c=3,6, \quad z_c=22,9, \quad A_{cc}=1072 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,37 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s2} = -0,25 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1} = 0,54 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm] (ζ - mierzone w płaszczyźnie zginania):

$$F_c = \iint \sigma_c dA_{cc} = -263,1, \quad F_{s1} = \iint \sigma_s dA_{s1} = 340,4, \quad F_{s2} = \iint \sigma_s dA_{s2} = -155,9,$$

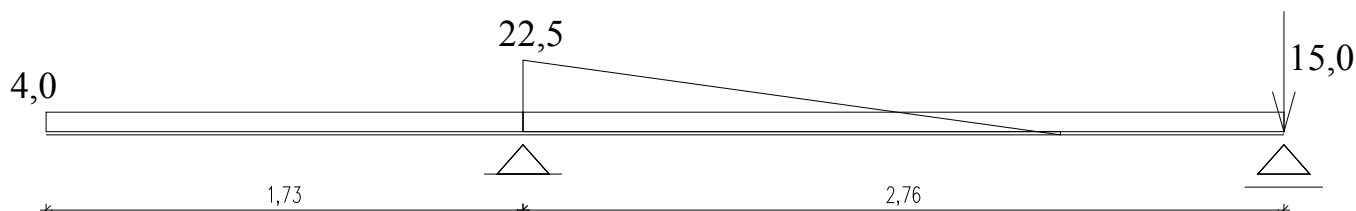
$$M_c = \iint \sigma_c \zeta dA_c = 29,9, \quad M_{s1} = \iint \sigma_s \zeta dA_{s1} = 39,2, \quad M_{s2} = \iint \sigma_s \zeta dA_{s2} = 17,9,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

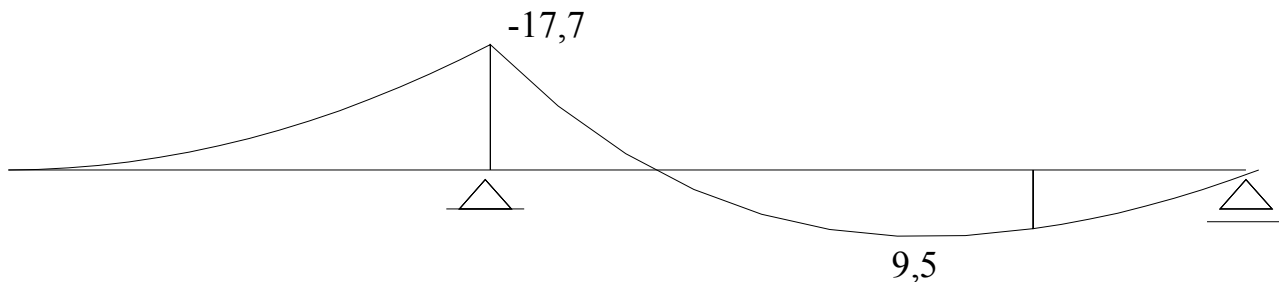
$$N_{Rd} = -262,4 \text{ kN} > N_{sd} = F_c + F_{s1} + F_{s2} = -263,1 + (340,4) + (-155,9) = -78,6 \text{ kN}$$

3.13. Strop trybun

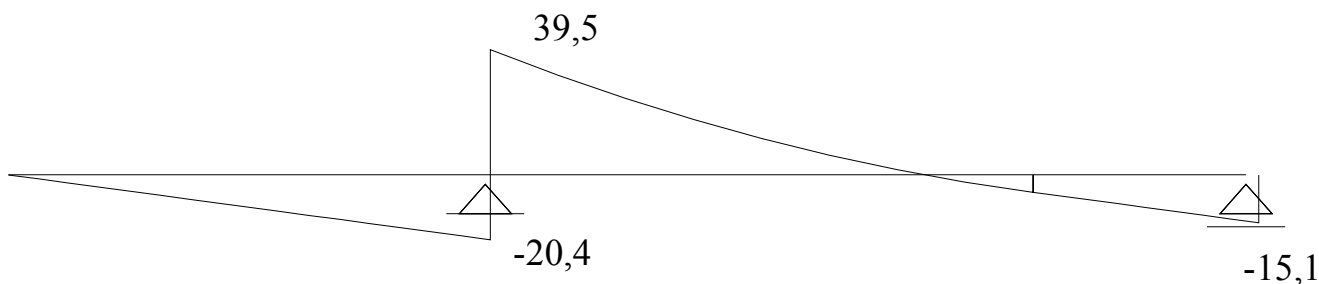
Geometria



Wykres momentów zginających



Wykres sił tnących



Cechy przekroju:

Wymiary przekroju [cm]:

$$h=25,0, \quad b=100,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B30

$$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 25,0 / 1,50 = 16,7 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 2500 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 130208 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 2083333 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (20G2VY-b)

$$f_{yk} = 490 \text{ MPa}, \quad \gamma_s = 1,15, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 24,13 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 24,13 / 2500 = 0,97 \%,$$

$$J_{sx} = 2270 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 27208 \text{ cm}^4,$$

Nośność przekroju prostokątnego:

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 0,0 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(17,7^2 + 0,0^2)} = 17,7 \text{ kNm}$$

$$\alpha f_{cd} = 0,85 \times 16,7 = 14,2 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 20,11 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 4,02 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 24,13 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 24,13 / 2500 = 0,97 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=25,0, \quad d=22,2, \quad x=8,5 \quad (\xi=0,384),$$

$$a_1=2,8, \quad a_2=2,8, \quad a_c=2,9, \quad z_c=19,3, \quad A_{cc}=853 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,14 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s2} = -0,10 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1} = 0,23 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm] (ζ - mierzone w płaszczyźnie zginania):

$$F_c = \iint \sigma_c dA_{cc} = -83,6, F_{s1} = \iint \sigma_s dA_{s1} = 91,3, F_{s2} = \iint \sigma_s dA_{s2} = -7,6,$$

$$M_c = \iint \sigma_c \zeta dA_c = 8,1, M_{s1} = \iint \sigma_s \zeta dA_{s1} = 8,9, M_{s2} = \iint \sigma_s \zeta dA_{s2} = 0,7,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 165,8 \text{ kNm} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 8,1 + (8,9) + (0,7) = 17,7 \text{ kNm}$$

3.14. Ściana piwnicy zewnętrzna

Schemat statyczny – ściana zamocowana przegubowo w stropie i w ławie fundamentowej, wysokości 4m, obciążona siłą pionową ze stropu – parcie gruntu przejmują trzpienie w ścianie

Obciążenie pionowe ze stropu - 56kN

Obciążenie w połowie wysokości ściany – $N_{sd} = 88 \text{ kN}$

Nośność ściany z bloczków betonowych klasy 10 – $N_{mrd} = 308 \text{ kN}$

Warunek nośności $N_{mrd} > N_{sd}$ jest spełniony

3.15. Ściana piwnicy wewnętrzna

Schemat statyczny – ściana zamocowana przegubowo w stropie i w ławie fundamentowej, wysokości 4m, obciążona siłą pionową ze stropu.

Obciążenie pionowe ze stropu parteru- 94kN

Obciążenie w połowie wysokości ściany – $N_{sd} = 176 \text{ kN}$

Nośność ściany z bloczków betonowych klasy 10 – $N_{mrd} = 229 \text{ kN}$

Warunek nośności $N_{mrd} > N_{sd}$ jest spełniony

3.16. Trzpień w ścianie piwnicy na działanie parcia gruntu

Schemat statyczny – słup zamocowany przegubowo w stropie i w ławie fundamentowej, wysokości 4m, obciążony siłą poziomą z parcia gruntu, rozstaw słupów co 3m.

Obciążenie parciem gruntu - 90kNm

Moment maksymalny w połowie wysokości ściany 120kNm

Przyjęto słup 36x24cm zbrojony 4 prętami $\phi 22$ ze stali A-IIIN.

Wyężenie nośności 88%.

4. Fundamenty

4.1. Stopa fundamentowa F-1

$$A = 2,40 \text{ (m)}$$

$$B = 2,40 \text{ (m)}$$

$$h = 0,40 \text{ (m)}$$

WARUNEK NOŚNOŚCI

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: L1 (długotrwała)
 $N=950,00\text{kN}$
- Wyniki obliczeń na poziomie: posadowienia fundamentu
- Obliczeniowy ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 119,96\text{ (kN)}$
- Obciążenie wymiarujące: $N_r = 1069,96\text{kN}$ $M_x = 0,00\text{kN}\cdot\text{m}$ $M_y = 0,00\text{kN}\cdot\text{m}$
- Zastępcze wymiary fundamentu: $A_ = 2,40\text{ (m)}$ $B_ = 2,40\text{ (m)}$
- Współczynniki nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:
 $N_B = 0,55$ $i_B = 1,00$
 $N_C = 10,75$ $i_C = 1,00$
 $N_D = 3,81$ $i_D = 1,00$
- Graniczny opór podłoża gruntowego: $Q_f = 2839,74\text{ (kN)}$
Współczynnik bezpieczeństwa: $Q_f \cdot m / N_r = 2,39$

4.2. Stopa fundamentowa F-2

$A = 1,80\text{ (m)}$

$B = 1,80\text{ (m)}$

$h = 0,40\text{ (m)}$

WARUNEK NOŚNOŚCI

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: L1 (długotrwała)
 $N=600,00\text{kN}$
- Wyniki obliczeń na poziomie: posadowienia fundamentu
- Obliczeniowy ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 66,74\text{ (kN)}$
- Obciążenie wymiarujące: $N_r = 666,74\text{kN}$ $M_x = 0,00\text{kN}\cdot\text{m}$ $M_y = 0,00\text{kN}\cdot\text{m}$
- Zastępcze wymiary fundamentu: $A_ = 1,80\text{ (m)}$ $B_ = 1,80\text{ (m)}$
- Współczynniki nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:
 $N_B = 0,55$ $i_B = 1,00$
 $N_C = 10,75$ $i_C = 1,00$
 $N_D = 3,81$ $i_D = 1,00$
- Graniczny opór podłoża gruntowego: $Q_f = 1591,20\text{ (kN)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $Q_f \cdot m / N_r = 2,15$

4.3. Stopa fundamentowa F-3

$A = 4,50\text{ (m)}$ $a = 1,00\text{ (m)}$

$B = 3,50\text{ (m)}$ $b = 0,50\text{ (m)}$

$h = 0,50\text{ (m)}$

$e_x = 1,00\text{ (m)}$

otulina zbrojenia: $c = 0,05\text{ (m)}$
poziom posadowienia: $D = 4,8\text{ (m)}$
minimalny poziom posadowienia: $D_{\min} = 1,0\text{ (m)}$
poziom wody gruntowej $D_w = 2,7\text{ (m)}$

WARUNEK NOŚNOŚCI

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

Kombinacja wymiarująca: L1 (długotrwała)

$N=287,00\text{kN}$ $M_y=-1319,00\text{kN}\cdot\text{m}$ $F_x=-192,00\text{kN}$

Wyniki obliczeń na poziomie: posadowienia fundamentu

Obliczeniowy ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 1748,39 \text{ (kN)}$

Obciążenie wymiarujące: $N_r = 2035,39\text{kN}$ $M_x = 0,00\text{kN}\cdot\text{m}$ $M_y = -1181,04\text{kN}\cdot\text{m}$

Zastępcze wymiary fundamentu: $A_{\text{--}} = 3,34 \text{ (m)}$ $B_{\text{--}} = 3,50 \text{ (m)}$

Współczynniki nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:

$N_B = 0,55$ $i_B = 0,70$

$N_C = 10,75$ $i_C = 0,81$

$N_D = 3,81$ $i_D = 0,85$

Graniczny opór podłoża gruntowego: $Q_f = 3863,45 \text{ (kN)}$

Współczynnik bezpieczeństwa: $Q_f \cdot m / N_r = 1,71$

4.4. Stopa fundamentowa F-4

$A = 1,60 \text{ (m)}$

$B = 1,60 \text{ (m)}$

$h = 0,40 \text{ (m)}$

WARUNEK NOŚNOŚCI

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: L1 (długotrwała)
 $N=440,00\text{kN}$
- Wyniki obliczeń na poziomie: posadowienia fundamentu
- Obliczeniowy ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 52,38 \text{ (kN)}$
- Obciążenie wymiarujące: $N_r = 492,38\text{kN}$ $M_x = 0,00\text{kN}\cdot\text{m}$ $M_y = 0,00\text{kN}\cdot\text{m}$
- Zastępcze wymiary fundamentu: $A_{\text{--}} = 1,60 \text{ (m)}$ $B_{\text{--}} = 1,60 \text{ (m)}$
- Współczynniki nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:
 $N_B = 0,55$ $i_B = 1,00$
 $N_C = 10,75$ $i_C = 1,00$
 $N_D = 3,81$ $i_D = 1,00$
- Graniczny opór podłoża gruntowego: $Q_f = 1253,87 \text{ (kN)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $Q_f \cdot m / N_r = 2,29$

4.5. Stopa fundamentowa F-5

$A = 2,00 \text{ (m)}$

$B = 2,00 \text{ (m)}$

$h = 0,40 \text{ (m)}$

WARUNEK NOŚNOŚCI

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: L1 (długotrwała)
 $N=720,00\text{kN}$
- Wyniki obliczeń na poziomie: posadowienia fundamentu
- Obliczeniowy ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 82,79 \text{ (kN)}$

- Obciążenie wymiarujące: $N_r = 802,79\text{kN}$ $M_x = 0,00\text{kN}\cdot\text{m}$ $M_y = 0,00\text{kN}\cdot\text{m}$
- Zastępcze wymiary fundamentu: $A_{\text{—}} = 2,00\text{ (m)}$ $B_{\text{—}} = 2,00\text{ (m)}$
- Współczynniki nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:
 $N_B = 0,55$ $i_B = 1,00$
 $N_C = 10,75$ $i_C = 1,00$
 $N_D = 3,81$ $i_D = 1,00$
- Graniczny opór podłoża gruntowego: $Q_f = 1968,08\text{ (kN)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $Q_f \cdot m / N_r = 2,21$

4.6. Stopa fundamentowa F-6

$A = 2,80\text{ (m)}$

$B = 2,80\text{ (m)}$

$h = 0,50\text{ (m)}$

WARUNEK NOŚNOŚCI

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: L1 (długotrwała)
 $N=1250,00\text{kN}$
- Wyniki obliczeń na poziomie: posadowienia fundamentu
- Obliczeniowy ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 143,70\text{ (kN)}$
- Obciążenie wymiarujące: $N_r = 1393,70\text{kN}$ $M_x = 0,00\text{kN}\cdot\text{m}$ $M_y = 0,00\text{kN}\cdot\text{m}$
- Zastępcze wymiary fundamentu: $A_{\text{—}} = 2,60\text{ (m)}$ $B_{\text{—}} = 2,60\text{ (m)}$
- Współczynniki nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:
 $N_B = 0,55$ $i_B = 1,00$
 $N_C = 10,75$ $i_C = 1,00$
 $N_D = 3,81$ $i_D = 1,00$
- Graniczny opór podłoża gruntowego: $Q_f = 2845,37\text{ (kN)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $Q_f \cdot m / N_r = 1,84$

4.7. Ława fundamentowa L-6

$A = 2,20\text{ (m)}$ $a = 0,30\text{ (m)}$

$L = 15,00\text{ (m)}$

$h = 0,30\text{ (m)}$

$h_1 = 0,00\text{ (m)}$

WARUNEK NOŚNOŚCI

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

Kombinacja wymiarująca: L1 (długotrwała)

$N=80,00\text{kN/m}$ $M_y=85,00\text{kN}\cdot\text{m/m}$ $F_x=72,00\text{kN/m}$

Wyniki obliczeń na poziomie: posadowienia fundamentu

Obliczeniowy ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 52,54\text{ (kN/m)}$

Obciążenie wymiarujące: $N_r = 132,54\text{kN/m}$ $M_y = 47,04\text{kN}\cdot\text{m/m}$

Zastępczy wymiar fundamentu: $A_{\text{—}} = 1,49\text{ (m)}$

Współczynniki nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:

$$N_B = 0,55 \quad i_B = 0,08$$

$$N_C = 10,75 \quad i_C = 0,28$$

$$N_D = 3,81 \quad i_D = 0,48$$

Graniczny opór podłoża gruntowego: $Q_f = 160,68 \text{ (kN/m)}$

Współczynnik bezpieczeństwa: $Q_f \cdot m / N_r = 1,09$

4.8. Ława fundamentowa L-1

$$A = 0,80 \text{ (m)} \quad a = 0,24 \text{ (m)}$$

$$L = 15,00 \text{ (m)}$$

$$h = 0,30 \text{ (m)}$$

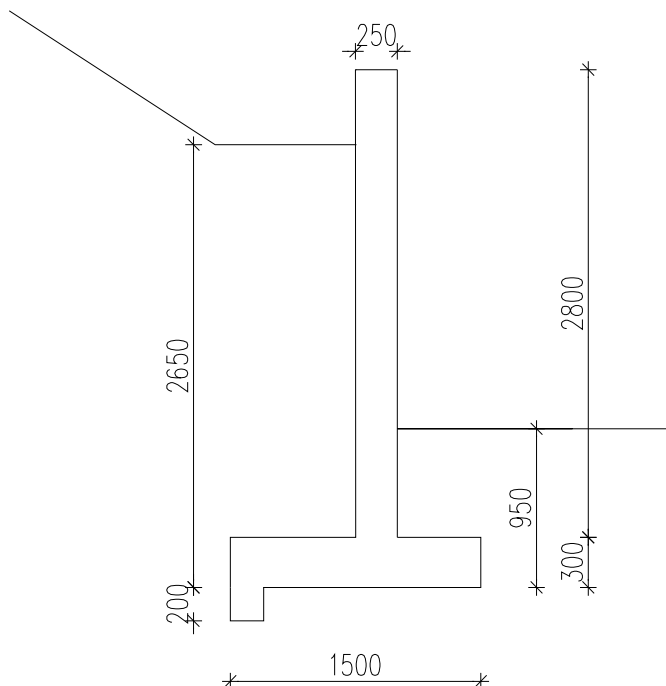
$$h_1 = 1,00 \text{ (m)}$$

WARUNEK NOŚNOŚCI

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: L1 (długotrwała)
 $N = 90,00 \text{ kN/m}$
- Wyniki obliczeń na poziomie: posadowienia fundamentu
- Obliczeniowy ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 68,04 \text{ (kN/m)}$
- Obciążenie wymiarujące: $N_r = 158,04 \text{ kN/m}$ $M_y = 0,00 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
- Zastępczy wymiar fundamentu: $A_{\text{z}} = 0,80 \text{ (m)}$
- Współczynniki nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:
 $N_B = 0,55 \quad i_B = 1,00$
 $N_C = 10,75 \quad i_C = 1,00$
 $N_D = 3,81 \quad i_D = 1,00$
- Graniczny opór podłoża gruntowego: $Q_f = 230,08 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $Q_f \cdot m / N_r = 1,31$

4.9. Mur oporowy Mo-1

Geometria:



NOŚNOŚĆ

Rodzaj podłoża pod stopą: jednorodne

Kombinacja wymiarująca: $1,00 \cdot CM + 0,85 \cdot GP + 1,20 \cdot GZ + 1,00 \cdot a1$

Zredukowane obciążenie wymiarujące:

$$N = -85,91 \text{ (kN/m)} \quad M_y = -3,09 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \quad F_x = -25,00 \text{ (kN/m)}$$

Zastępczy wymiar stopy: $A = 114,74 \text{ (cm)}$

Współczynnik nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:

$$N_B = 1,32 \quad i_B = 0,20$$

$$N_C = 14,27 \quad i_C = 0,41$$

$$N_D = 6,02 \quad i_D = 0,50$$

Graniczny opór podłoża gruntowego: $Q_f = 640,38 \text{ (kN/m)}$

Współczynnik bezpieczeństwa: $Q_f \cdot m / N_r = 6,04 > 1,00$

OBRÓT

Kombinacja wymiarująca: $1,00 \cdot CM + 0,85 \cdot GP + 1,20 \cdot GZ + 1,00 \cdot a1$

Zredukowane obciążenie wymiarujące:

$$N = -85,91 \text{ (kN/m)} \quad M_y = -3,09 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \quad F_x = -25,00 \text{ (kN/m)}$$

Moment obracający: $M_o = 58,87 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$

Moment zapobiegający obrotowi fundamentu: $M_{uf} = 240,68 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$

Współczynnik bezpieczeństwa: $M_{uf} \cdot m / M_o = 2,94 > 1,00$

POŚLIZG

Kombinacja wymiarująca: $1,00 \cdot CM + 0,85 \cdot GP + 1,20 \cdot GZ + 1,00 \cdot a1$

Zredukowane obciążenie wymiarujące:

$$N = -85,91 \text{ (kN/m)} \quad M_y = -3,09 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \quad F_x = -25,00 \text{ (kN/m)}$$

Zastępczy wymiar stopy: $A = 114,74 \text{ (cm)}$

Współczynnik tarcia:

- gruntu (na poziomie posadowienia): $m = 0,33$

Współczynnik redukcji spójności gruntu = 100,00 %

Wartość siły poślizgu: $Q_{tr} = 25,00 \text{ (kN/m)}$

Wartość siły zapobiegającej poślizgowi muru:

- w poziomie posadowienia: $Q_{tf} = 44,07 \text{ (kN/m)}$

- w gruncie: $Q_{tf} = 44,07 \text{ (kN/m)}$

Współczynnik bezpieczeństwa: $Q_{tf} \cdot m / Q_{tr} = 1,27 > 1,00$